第43卷 第1期
2000年2月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol.43, No.1
Feb., 2000

文章编号：0454-6296（2000）01-0052-06

针叶小爪螨不同种群在针叶树和阔叶树上的生长发育和繁殖及其生殖隔离

孙绪良[1]，徐常青[2]，周成刚[3]，尹淑艳[3]，甄文全[3]

（1. 浙江大学植物保护系，杭州 310029；2. 临沂师范专科学校，临沂 276000；
3. 山东农业大学林学院，泰安 271018）

摘要：报道了针叶小爪螨 *Oligonychus ununguis*（Jacobi）的4个种群在针叶树和阔叶树上的生长发育和繁殖及其生殖隔离的研究结果。饲养试验证明，针叶树（杉木）种群不能在板栗、麻栎等阔叶树上存活；阔叶树（板栗、麻栎）种群也不能在杉木、黑松、赤松等针叶树上存活。交配试验证明，针叶树种群和阔叶树种群虽有交配行为，但不能正常繁衍后代，两种群间存在着明显的生殖隔离。据此认为针叶树种群和阔叶树种群有可能为两个不同种。

关键词：针叶小爪螨；种群；针叶树；阔叶树；生殖隔离

中图分类号：Q968.1　　**文献标识码**：A

针叶小爪螨 *Oligonychus ununguis*（Jacobi）是世界性重要害螨，广泛分布于亚洲、澳洲、欧洲、美洲等世界各地。我国山东、河北、北京、江苏、浙江、安徽、江西等地均有分布。其寄主种类颇多。据报道，针叶树中的黑松（*Pinus thunbergii*）、赤松（*P. densiflora*）、雪松（*Cedrus deodara*）、椴松（*P. jezoensis*）、杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、云杉（*Picea bicolo*）、日本柳杉（*Cryptomeria japonica*）、侧柏（*Thuia orientalis*）、龙柏（*Juniperus chinensis*）等50余种和阔叶树中的板栗（*Castanea mollissima*）、日本栗（*C. cremata*）、麻栎（*Quercus acutissima*）、栓皮栎（*Q. variabilis*）、桴栎（*Q. serrata*）、蒙古栎（*Q. mongolica*）、槲树（*Q. dentata*）、山楂（*Crataegus pinnatifida*）等，共计60余种植物有该螨寄生的记载[1~8]。在我国北方以板栗、麻栎、槲树，南方以杉木受害最重。尤其在板栗产区的山东、河北两省，常发生成灾，板栗叶片6～7月间失绿枯黄，影响栗实膨大和树势生长，成为板栗生产的一大敌害。在浙江、安徽、江西等地，杉木受害较重。对该螨的形态、生物学、生态学及防治等已有较多研究。到目前为止的众多报道，均把上述针叶树和阔叶树作为该螨的寄主植物，即针叶小爪螨不仅危害松、杉等针叶树而且还危害板栗、麻栎等阔叶树。但笔者在山东泰山、五莲等地的调查中发现在板栗、麻栎与黑松、赤松混植的山林，甚至在板栗、麻栎与赤松、黑松枝叶相交叉的植株上，板栗、麻栎叶上各螨态密度均较高，有的叶片活动螨达200头/叶以上，但赤松、黑松上却没有发生，这一现象并非少数，在烟台、威海等地也有发现，这与前人记载的该螨的寄主植物范围不一致。为进一步证实上述现象，并探讨其形成原因，自

基金项目：山东省自然科学基金课题
收稿日期：1998-09-10；修订日期：1999-02-23

1994～1998 年研究了该螨不同种群间食性差异及其生殖隔离。结果报告如下。

1　材料与方法

1.1　材料

针叶小爪螨分别采自泰山板栗园（泰山板栗种群，简称为 Tc），泰山散生麻栎（泰山麻栎种群，简称为 Ta），浙江武义县散生板栗（浙江板栗种群，简称为 Zc），浙江杭州郊区杉木林（浙江杉木种群，简称 Zl）。Tc、Ta 和 Zc 分别用板栗、麻栎叶片水盘法[9,10]，浙江杉木种群移于盆栽杉木苗上，室内继代饲养。寄主植物选用板栗（15 年生），麻栎（30 年生）、山楂（10 年生）成熟叶片和黑松、赤松、杉木、雪松、水杉盆栽苗。

1.2　方法

1.2.1　针叶小爪螨不同种群在不同树种上的存活率：为明确各种群能否在针叶树和阔叶树上相互寄生，将各种群的卵分别接到不同植物上，在长光照（14 h）、室温（20～24℃）下饲养，检查若螨的存活率，发育为成螨比率，雌成螨寿命及其产卵量等。各种群与接种植物的组合如表 1 所示。

表 1　针叶小爪螨不同种群与不同植物的接种组合

Table 1　Combination of different populations of *Oligonychus ununguis* and different plant species

叶螨种群 Mite population	食料植物 Food Plant	接种卵数 No. eggs tested	饲养方法 Rearing method
Ta	麻栎 *Quercus acutissima*	1 148	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Ta	板栗 *Castanea mollissima*	1 180	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Ta	山楂 *Crataegus pinnatifida*	600	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Ta	杉木 *Cunninghamia lanceolata*	208	盆栽接卵 On potted seedling
Ta	黑松 *Pinus thunbergii*	220	盆栽接卵 On potted seedling
Ta	赤松 *P. densiflora*	120	盆栽接卵 On potted seedling
Tc	板栗 *Castanea mollissima*	1 645	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Tc	麻栎 *Quercus acutissima*	1 810	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Tc	黑松 *Pinus thunbergii*	254	盆栽接卵 On potted seedling
Tc	赤松 *P. densiflora*	280	盆栽接卵 On potted seedling
Tc	雪松 *Cedrus deodara*	224	盆栽接卵 On potted seedling
Tc	杉木 *C. lanceolata*	286	盆栽接卵 On potted seedling
Tc	水杉 *Metasequoia glyptostroboides*	221	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Zc	麻栎 *Quercus acutissima*	180	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Zc	板栗 *Castanea mollissima*	180	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Zc	杉木 *Cunninghamia. lanceolata*	145	盆栽接卵 On potted seedling
Zl	麻栎 *Quercus. acutissima*	280	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Zl	板栗 *Castanea mollissima*	240	叶片水盘法 On leaf with moist sponge
Zl	杉木 *Cunninghamia lanceolata*	280	盆栽接卵 On potted seedling

1.2.2 种群间生殖隔离的研究：将上述4个种群进行种群间的交配试验，调查亲合性，以明确各种群间是否存在生殖隔离。各种群均从第二若螨中选取健康的雌螨个体，与其它种群羽化后1～2天的雄成螨配对饲养，观察其交配时间，雌成螨产卵量和 F_1 代的性比及有关生物学特性等，以同种群交配为对照，各种群间的交配组合见表2。

表2 种群间的交配实验组合

Table 2 Mating combination between populations

试验号 No.	组合 Pairing regimes	食料植物 Food plant	测定对数 No. copules tested
1	Tc♀×Tc♂	板栗①	20
2	Tc♀×Zc♂	板栗①	20
3	Tc♂×Zc♀	板栗①	20
4	Tc♀×Ta♂	麻栎②	20
5	Tc♂×Ta♀	麻栎②	20
6	Tc♀×Zl♂	板栗①	15
7	Tc♂×Zl♀	板栗①	15
8	Ta♀×Ta♂	麻栎②	15
9	Ta♀×Zl♂	麻栎②	15
10	Ta♂×Zl♀	麻栎②	20
11	Zl♀×Zl♂	杉木③	15

① *Castanea mollissima*; ② *Quercus acutissima*; ③ *Cunninghamia lanceolata*

2 结果与分析

2.1 针叶小爪螨不同种群在不同树种上的生长发育

将泰山板栗种群、泰山麻栎种群、浙江板栗种群和浙江杉木种群分别接到不同树种上，观察其生长发育状况，结果（表3）表明：

表3 不同树种对针叶小爪螨不同种群生长发育的影响*

Table 3 Effect of tree species on growth and development of different populations *Oligonychus ununguis*

试验序号 No. of experiments	叶螨种群 Mite population	树种 Tree species	若螨存活率 Survival rate of nymphs（%）	发育为成螨比率（%） Rate of adults（%）	雌成螨平均寿命（天） Life-span of female adult (days)	平均单雌产卵（粒） No. of eggs laid per female
1	Ta	麻栎 *Quercus acutissima*	81.2 (866)	74.3 (806)	13.4±4.5	52.0±6.2
2	Ta	板栗 *Castanea mollissima*	84.6 (948)	75.8 (850)	15.8±4.0	48.5±7.5
3	Ta	山楂 *Crataegus pinnatifida*	49.7 (288)	23.1 (134)	7.0±2.2	24.0±16.0
4	Ta	杉木 *Cunninghamia lanceolata*	7.7 (15)	0	—	—
5	Ta	黑松 *Pinus thunbergii*	7.1 (15)	0	—	—
6	Ta	赤松 *P. densiflora*	7.2 (8)	0	—	—
7	Tc	板栗 *Castanea mollissima*	80.9 (1249)	77.1 (1190)	14.5±5.6	56.0±18.5
8	Tc	麻栎 *Quercus acutissima*	82.3 (1335)	68.3 (1108)	14.0±4.5	57.0±13.4
9	Tc	黑松 *Pinus thunbergii*	5.7 (13)	0	—	—
10	Tc	赤松 *P. densiflora*	7.8 (20)	0	—	—
11	Tc	雪松 *Cedrus deodara*	5.5 (11)	0	—	—
12	Tc	杉木 *Cunninghamia lanceolata*	8.9 (24)	0	—	—
13	Tc	水杉 *Metasequoia glyptostroboides*	10.3 (20)	0	—	—
14	Zc	麻栎 *Quercus acutissima*	80.0 (140)	70.9 (124)	15.0±4.8	55.5±10.6
15	Zc	板栗 *Castanea mollissima*	78.3 (180)	75.2 (173)	17.2±3.8	56.6±9.4
16	Zc	杉木 *Cunninghamia lanceolata*	8.8 (12)	0	—	—
17	Zl	麻栎 *Quercus acutissima*	10.5 (28)	1.1 (3)	0.8	0
18	Zl	板栗 *Castanea mollissima*	12.4 (29)	0.86 (2)	1.0	0
19	Zl	杉木 *Cunninghamia lanceolata*	73.8 (180)	51.1 (92)	10.5±3.8	44.2±8.2

* 表中数据是平均值±标准差，括号中数字为观察螨数。下表同。The data in the table indicate means ± *SD* and those in brackets are numbers of mites observed. The same for following tables

阔叶树种群（Tc、Ta、Zc）均能在板栗、麻栎上相互寄生，正常生长发育（1～3、7、8、14、15 组），幼、若螨存活率（78.3%～84.6%）和发育到成螨比率（68.3%～77.1%）均较高，雌成螨寿命（13.4～17.2 天）也在正常范围内。但在山楂上发育状况较差，幼、若螨存活率（49.7%）和发育到雌成螨比率（23.1%）较低，雌成螨寿命（7.0 天）亦较短(第 3 组)。山楂虽是阔叶树，但与壳斗科的板栗、麻栎等亲缘关系较远，叶片的组织结构和营养成分组成相差较大，由原寄主板栗、麻栎叶改变为山楂叶，营养环境尚未完全适应，而表现出生长发育较差，尽管如此，综观全发育过程（卵→雌成螨），山楂成为该螨的寄主植物的可能性仍然较大，只是适应过程的长短问题。在板栗与麻栎种群之间，相互改变寄主与在原寄主上的生长发育无明显差异。

表 3 所示：将阔叶树小爪螨种群接种到针叶树上（4～6，9～13，16 组）后，若螨存活率大都在 10%以下，多数个体在幼螨期死亡，极少数发育到第一若螨，均未发育到成螨；将杉木小爪螨种群接到板栗、麻栎上（17、18 组）后，仅有 1%左右的个体发育到成螨，但雌成螨寿命极短，仅有 1 天左右，活动能力较弱，不能产卵；而将该种群的小爪螨接到其原寄主杉木上（19 组）时则生长发育正常，只是发育到雌成螨的比率（51.1%）略偏低，寿命(10.5 天）也略偏短，但仍属正常范围，这可能与盆栽杉木苗针叶幼嫩，不能满足其营养要求有一定关系。

上述结果表明，针叶小爪螨的阔叶树种群在针叶树上不能完成世代发育，但能在它种阔叶树上正常生长发育和繁殖；针叶树种群不能在阔叶树上正常生长发育，繁衍后代。

表 4　不同种群间的交配试验

Table 4　Mating experiments between different populations

试验号 No.	配对组合 Pair combination	交配时间 Mating period (min.)	平均单雌产卵量 No. of eggs laid per female	F_1 代性比（♀:♂） Sexual ratio of F_1 generation	F_1 代发育为成螨比率 Rate of F_1 adult (%)
1	Tc♀×Tc♂	4.92±1.80	51.0±13.4	2.6: 1	70.2
2	Tc♀×Zc♂	9.83±1.83	54.3±10.5	2.5: 1	68.5
3	Tc♂×Zc♀	8.17±1.90	52.3±10.4	2.9: 1	71.5
4	Tc♀×Ta♂	4.97±1.58	51.5±12.4	3.4: 1	84.4
5	Tc♂×Ta♀	5.08±1.55	51.0±13.7	1.9: 1	78.6
6	Tc♀×Zl♂	2.67±1.18	50.3±12.4	0: 1	65.0
7	Tc♂×Zl♀	1.67±1.05	0	—	—
8	Ta♀×Ta♂	4.55±1.97	42.0±9.2	2.5: 1	76.6
9	Ta♀×Zl♂	2.55±0.82	52.0±11.4	0: 1	70.5
10	Ta♂×Zl♀	2.33±0.88	0	—	—
11	Zl♀×Zl♂	3.80±1.28	51.6±8.3	2.8: 1	64.8

2.2　不同种群间的生殖隔离

将前述 4 个种群（Tc、Ta、Zc、Zl）相互配对，观察其交配时间、产卵量和 F_1 代的性

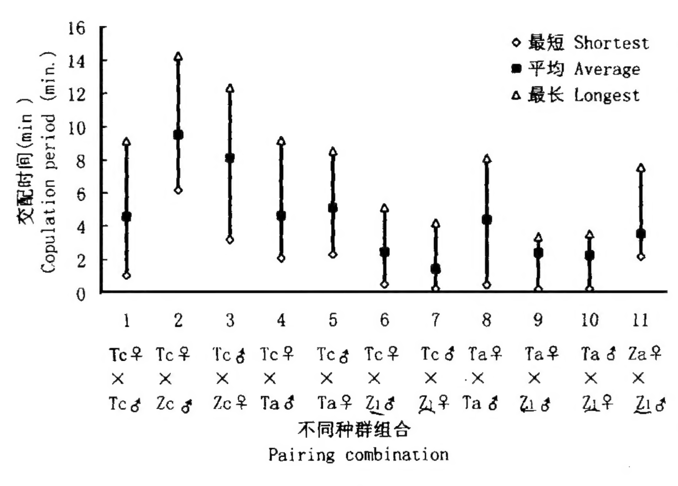


图1 针叶小爪螨不同种群间的交配时间

Fig.1 Mating period between different populations of *Oligonychus ununguis*

比，以查明各种群间是否存在着生殖隔离，结果见表4，图1。同一种群的自交和阔叶树不同种群（Tc、Ta、Zc）间交配时，平均交配（1次）时间较长，均在3分40秒以上。其中Tc× Zc组合交配时间最长，但产卵量和F_1代性比与自交无大差别。Tc♀、Ta♀与Zl♂的组合，不仅交配时间较短，而且F_1代无雌性出现，说明虽有交配行为，但未能受精，故F_1代全为雄性。而Ta♂、Tc♂与Zl♀的2个组合，虽有交配行为，但雌螨不能产卵，因为Zl雌螨原来的寄主为杉木，被移至板栗和麻栎上后，第二若螨经蜕皮变为雌成螨，但产卵前期的补充营养不适，性成熟不充分而不能产卵。

3 小结与讨论

3.1 综合上述结果认为，针叶小爪螨因为在寄主植物种类上存在着较大差异，可分为针叶树品系和阔叶树品系，两品系的食性明显不同，不能相互在对方的寄主上完成正常的生长发育，并且有显著的不亲合性，不能正常交配繁殖，因此，两品系存在着生殖隔离。

3.2 在阔叶树种群间均能相互交配，正常繁殖，不存在生殖隔离，但Tc×Zc交配组合的平均交配时间较长（9分50秒），分别是自交（Tc：4分55秒，Zc：3分48秒）的2～2.5倍，最长者达14分30秒。这个现象可能与不同地理种群有关。虽同为板栗种群，但因长期的地理、气候环境隔离，形成了各自对同生境同种群的辩识能力，在与远距离的种群相遇后，雌、雄相互认知的表现形式，除性激素的引诱作用之外，交配行为也是认知形式之一，交配时间延长者交配成功率高，F_1代性比正常，交配时间缩短者，交配成功率低，亲合性差，F_1代性比中雄性比例增加。这一现象在泰山板栗种群与日本松户市板栗种群的交配试验中也有表现（另报）。

3.3 针叶小爪螨的针叶树种群和阔叶树种群除食性差异和生殖隔离外，在形态上也有不同。王慧芙[1]、江原昭三[4]等认为不同种群甚至同一种群不同个体间的毛序有变异，但未明确具体变异情况。笔者研究发现，除毛序外在须肢端感器、背感器、甚至雄性交配器上也有不同（另报）。这些形态差异与食性及生殖隔离有着何种联系，尚待进一步探讨。此外，对针叶小爪螨不同种群间的食性和生殖隔离现象的生理生化机制及遗传机理等尚不明确，值得进一步研究。

参 考 文 献 (References)

[1] 王慧芙. 中国经济昆虫志（叶螨总科）. 北京：科学出版社，1981

[2] 马恩沛．中国农业螨类．上海：上海科学技术出版社，1984
[3] 忻介六．农业螨类学．北京：农业出版社，1988
[4] 江原昭三．苗田のハダニについて．森林防疫ニュロス，1954，(31)：353～356
[5] 江原昭三．针叶树に寄生するハダニとその种类识别．森林防疫ニュロス，1964，(13)：160～164
[6] 江原昭三，真梶德纯．植物ダニ学，东京：全国农村教育协会，1975
[7] 江原昭三，天野洋．日本原色植物ダニ图鉴，东京：全国农村教育协会：1993
[8] Shozo Ehara. Two new spider mites parasitic on Japanese conifers. Annotationes Zoologicae Japonenses, 1954, 27 (2): 102～106
[9] 孙绪艮，苗　良．针叶小爪螨研究初报．山东农业大学学报，1990，21 (3)：41～46
[10] 孙绪艮，周成刚，张小娣等．针叶小爪螨的滞育研究．昆虫学报，1995，38 (3)：305～311

Performances and reproductive isolation of different populations of *Oligonychus ununguis* (Jacobi) on conifer and broadleaf trees

SUN Xu-gen[1], XU Chang-qing[2], ZHOU Cheng-gang[3], YIN Shu-yan[3], ZHEN Wen-quan[3]

(1. Department of Plant Protection, Zhejiang University, Hangzhou 310029;
2. Linyi Teachers Vocational Training School, Linyi 276000;
3. Forestry College, Shandong Agricultural University, Taian 271018)

Abstract: This paper deals with the growth, survival, fecundity and reproductive isolation of four *Oligonychus ununguis* (Jacobi) populations from different forest regions on conifer and broadleaf trees. Rearing experiments showed that the population on the conifer *Cunninghamia lanceolata* failed to complete its life history when raised on the broadleaf trees *Castanea mollissima* and *Quercus acutissima*. And all individuals of the populations from broadleaf trees died at nymphal stage when reared on conifers such as *C. lanceolata*, *Pinus thunbergii* and *P. firma* etc. Reciprocal cross tests between the populations showed that the adults originated from the population on the conifer and those from populations on the broadleaf trees did mate, but the females either did not oviposit at all or laid unfertilized eggs which only produced male nymphs, indicating the existence of reproductive isolation. These results suggest that the *Oligonychus ununguis* populations on conifer and broadleaf trees might consist of two different species, but not one common species as usually considered.

Key words: *Oligonychus ununguis* (Jacobi), population, conifer, broadleaf trees, reproductive isolation